



UNIVERSIDADE
E D U A R D O
MONDLANE

ESCOLA SUPERIOR DE CIÊNCIAS MARINHAS E COSTEIRAS

Monografia para Obtenção do Grau de Licenciatura em Geologia Marinha

Licenciatura em Geologia Marinha

Aplicação do diagrama de Pejrup na interpretação da hidrodinâmica do Estuário dos Bons Sinais - Quelimane

Autor:

Cecilio Albertino Massango Matsumane

Quelimane, Junho de 2018



UNIVERSIDADE
E D U A R D O
MONDLANE

ESCOLA SUPERIOR DE CIÊNCIAS MARINHAS E COSTEIRAS

Monografia para Obtenção do Grau de Licenciatura em Geologia Marinha

Licenciatura em Geologia Marinha

Aplicação do diagrama de Pejrup na interpretação da hidrodinâmica do Estuário dos Bons Sinais - Quelimane

Autor:

Cecilio Albertino Massango Matsumane

Supervisor:

(Msc: Cesar António M. Hoguane)

Quelimane, Junho de 2018

Dedicatória

Dedico este trabalho:

- ✚ **Aos meus pais:** Lourenço Matsumane e Regina Gabriel Massango.
- ✚ **Aos meus irmãos:** José Manuel Matsumane, Victor Lima Matsumane, Marcos Jaime Matsumane e Maria Gertrudes Marisa Matsumane.

Agradecimentos

Agradeço a Deus pela vida e sabedoria.

Agradeço aos meus pais Lourenço Matsumane e Regina Gabriel Massango por me terem trazido ao mundo, pela educação que me deram, por terem confiado em mim e por me deixarem ir fazer a formação muito longe de casa.

Agradeço a minha família em geral, pelo apoio que me deram, assistência, em especial ao Vítor Lima Matsumane por financiar os meus estudos, não foi fácil para ele durante todos esses anos e nada que eu possa fazer irá recompensar o que ele tem feito por mim.

Agradeço ao meu supervisor César António Mubango Hoguane, pelas críticas construtivas, pela ajuda e pela paciência que teve durante a realização do presente trabalho.

Agradeço ao técnico do laboratório de sedimentologia da Universidade Eduardo Mondlane o senhor Leonel por me ter ajudado durante a análise das amostras.

Agradeço aos meus companheiros de casa Edson Muianga, Camacho Melo, Nicolau Mathusse, e a minha namorada Trajacília pela ajuda durante a nossa convivência, aprendi muito com eles.

Agradeço aos meus colegas e amigos: Paulo Nota, Samuel Chichava, Lucas Muhai, Zunchany Matola, Norton Cossa, José Xieo, Sebastião Marquele, António Manuel, José Nhacudima, Fernando da Sandra, Fernando Niquice, Hermenegildo Manjate, Nilton Nhamtumbo, Jermínio Massango, Joaquim Venâncio, Balbina Siteo, Hercílio Moiane, Elias Sengo, Hilário Tamele, Moisés Elias, José Chisseve, José Langa, Justino Chipanga, Jordão Adonias, Teodato Monjane por participarem na minha vida durante os meus estudos.

Declaração de honra

Eu, Cecilio Albertino Massango Matsumane declaro por minha honra que esta monografia com o título Aplicação do diagrama de pejrup na interpretação da hidrodinâmica do Estuário dos Bons Sinais é resultado do meu próprio trabalho e está a ser submetida para a obtenção do grau de Licenciatura na Universidade Eduardo Mondlane, ESCMC - Quelimane. Esta nunca foi, antes submetida. Sendo que as contribuições dos outros autores neste trabalho foram citados e referenciados.

O autor:

(Cecilio Albertino Massango Matsumane)

Resumo

O presente estudo teve como objectivo interpretar a hidrodinâmica do Estuário dos Bons Sinais, partir da análise da textura, parâmetros estatísticos e da aplicação do diagrama de Pejrup, foi possível inferir as condições hidrodinâmicas actantes durante a deposição no Estuário dos Bons Sinais. As amostras foram colectas na superfície do fundo do estuário dos bons sinais por um amostrador de fundo e foram levadas até ao laboratório de sedimentologia na UEM (Universidade Eduardo Mondlane) em Maputo para as análises granulométricas, que se obedeceu os método de peneiramento e de pipetagem. Esses resultados mostraram que os sedimentos que recobrem o fundo da área do estudo são na sua maioria areia fina a muito fina, com abundancia de silte e argila em poucos pontos de amostragem. A hidrodinâmica da área do estudo é classificada como alta, e em alguns pontos ou áreas classifica se como alta a moderada segundo diagrama de pejrup.

Palavras-chaves: Hidrodinâmica estuarina; Diagrama de Pejrup; Estuário dos Bons Sinais.

Abstract

The present study aimed to interpret the Bons Sinais Estuary hydrodynamics through surface sediments textural analysis, statistical parameters and the application of Pejrup Diagram. From this way, we could infer the energetic conditions that acted during the deposition of sediments in the Estuary. We collected surficial sediments of the Estuary using a grab corer and the samples were further analysed in the Laboratory of Sedimentology of the Eduardo Mondlane University. The analysis consisted on conventional sieving and pipette methods. The results show that the sediments that cover the bottom sediments are mainly fine and very fine sand, with slight predominance of clay and silt in some parts of the Estuary. The hydrodynamics inferred through the Pejrup Diagram is predominantly very high, with a few parts classified as high to moderate.

Keywords: Estuarine hydrodynamics; Pejrup Diagram; Bons Sinais Estuary

Lista de abreviaturas

Simbolo	Significado
%	Porcentagem
°C	Grau célsius
s	Segundos
ESCMC	Escola Superior Ciências Marinhas e Costeiras
g	Gramma
GPS	Sistema de Posicionamento Global
h	Hora
m	Metro
ml	Mililitro
mm	Milímetro
UEM	Universidade Eduardo Mondlane

Lista de Figuras

Figura 1: a) Diagrama de Shepard	b) Diagrama de Pejrup.....	9
Figura 2. Mapa de localização da área de estudo ao longo do canal de chuabo Dembe.....		10
Figura 3: Amostrador de fundo.....		11
Figura 4: Ácido clorídrico.....		12
Figura 5: Neutralização da matéria orgânica.....		13
Figura 6: Agitador de peneiras.....		13
Figura 7: Provetas com sedimentos.....		14
Figura 8: Distribuição dos sedimentos da Secção A do ponto 1.....		17
Figura 9: Distribuição dos sedimentos da Secção A do ponto 2.....		18
Figura 10: Distribuição dos sedimentos da Secção A do ponto 3.....		18
Figura 11: Distribuição dos sedimentos da secção B do ponto 4.....		19
Figura 12: Distribuição dos sedimentos da secção B do ponto 5.....		20
Figura 13: Distribuição dos sedimentos da secção B do ponto 6.....		20
Figura 14: Distribuição dos sedimentos da secção C do ponto 7.....		21
Figura 15: Distribuição dos sedimentos da secção C do ponto 8.....		21
Figura 16: Distribuição dos sedimentos da secção C do ponto 9.....		22
Figura 17: Distribuição dos sedimentos da secção D do ponto 10.....		22
Figura 18: Distribuição dos sedimentos da secção D do ponto 11.....		23
Figura 19: Distribuição dos sedimentos da secção D do ponto 12.....		23
Figura 20: Distribuição dos sedimentos da secção E do ponto 13.....		24

Figura 21: Distribuição dos sedimentos da secção E do ponto 14.....	24
Figura 22: Distribuição dos sedimentos da secção E do ponto 15.....	25
Figura 23: Ilustra a hidrodinâmica inferida por diagrama de pejrup (1988).....	28

Lista de Tabelas

Tabela 1. Classificação dos sedimentos baseada nos trabalhos de Wentworth (1922) segundo a análise granulométrica.	7
Tabela 2. Coordenadas das estações em que foram retiradas as amostras	11
Tabela 3: ilustra o comportamento do diâmetro medio e desvio padrão	26

Índice

1. Introdução.....	1
1.1. Objectivo Geral.....	2
1.2. Objectivos específicos.....	2
2. Revisão de literatura.....	3
2.1. Estuários.....	3
2.2. Circulação hidrodinâmica.....	3
2.2.1. Ventos.....	4
2.2.2. Descarga fluvial.....	4
2.2.3. Marés.....	4
2.2.4. Topografia.....	4
2.3. Dinâmica sedimentar.....	5
2.3.1. Erosão.....	5
2.3.2. Transporte.....	5
2.3.3. Deposição.....	5
2.4. Análise granulométrica.....	6
2.5. Diagramas triangulares.....	8
2.6. Parâmetros estatísticos.....	9
2.6.1. Diâmetro Médio (M_z).....	9
2.6.2. Desvio Padrão (σ).....	9
3. Metodologia.....	10
3.1. Descrição da área de estudo.....	10
3.2. Trabalho do campo.....	11
3.2.1. Colecta de sedimentos do fundo.....	11
3.3. Trabalho Laboratorial.....	12

3.3.1 Eliminação dos carbonatos	12
3.3.2. Eliminação da Matéria Orgânica.....	13
3.3.3. Peneiramento.....	13
3.3.4. Pipetagem.....	14
3.4. Processamento dos dados	14
3.4.1. Parâmetros estatísticos.....	15
3.4.2. Diagrama de pejrup	16
4. Resultados.....	17
4.1. Determinação da textura dos sedimentos	17
4.2. Cálculos dos parâmetros estatísticos (média e desvio padrão)	25
4.3. Condições hidrodinâmicas através de diagrama de Pejrup	27
5. Discussão.....	29
5.1. Determinação da textura dos sedimentos	29
5.2. Cálculos dos parâmetros estatísticos (média e desvio padrão)	30
5.3. Condições hidrodinâmicas através de diagrama de Pejrup	31
6. Conclusão	32
7. Recomendações.....	32
8. Referencias Bibliográficas.....	33

1. Introdução

Os estuários são ambientes sedimentares costeiros cuja evolução depende da interacção entre parâmetros geomorfológicos, sedimentares e hidrodinâmicos, sendo actividade biológica uma condicionante fundamental na manutenção do sistema, possuem uma diversidade de morfologias devido às diferentes formas de interacção dos fluxos de energia gerados pelas ondas, marés e descarga fluvial (Miranda *et al.*, 2002).

Segundo Schettini (2001), estuários apresentam particularidades diferentes em que se encontram associadas directamente à morfologia de fundo, ao regime de maré e a descarga fluvial, além de outros factores que poderão ser mais ou menos importantes para cada tipo de estuário, tais como ondas e ventos.

De maneira geral, os sedimentos têm sido classificados a partir de parâmetros estatísticos calculados na base da análise do tamanho do grão. Contudo, para a classificação de sedimentos estuarinos, este procedimento não é aconselhável devido a enorme quantidade de argila que os estuários contêm, conseqüentemente somente uma pequena porção pode ser analisada através de métodos convencionais de crivagem e pipetagem, o que faz o cálculo de parâmetros estatísticos difícil. Desta forma métodos alternativos desenvolvidos para a classificação de sedimentos estuarinos são necessários. Um dos métodos utilizados para a classificação são os diagramas triangulares do qual Diagrama de Pejrup faz parte, na qual as amostras de sedimentos são plotadas de acordo com seu conteúdo de areia, silte e argila Pejrup (1988).

O diagrama de pejrup, diferente de outros diagramas outrora desenvolvidos permite a classificação hidrodinâmica através do teor de argila bem como a classificação textural através do teor de areia Pejrup (1988).

Os sedimentos de superfície do fundo de ambientes estuarinos reflectem a interacção entre a energia hidrodinâmica do ambiente, sedimentação e o tipo de sedimento. Sendo assim, constituem informação importante para a compreensão dos processos de sedimentação e identificação de fácies sedimentares (Reading, 1986). É importante o estudo da hidrodinâmica em ambientes estuarinos. Pois esses ambientes sofrem constantes intervenções antrópicas, e afectam os processos de circulação hidrodinâmica, além de causar alterações na morfologia.

No estuário existe pouca informação sobre a distribuição longitudinal dos sedimentos e as condições hidrodinâmicas marinhas e fluviais na deposição, transporte e erosão das margens estuarinas, (Souza *et. al.* 2008).

Para a melhor compressão das condições hidrodinâmicas actuantes durante o processo de deposição são usadas as percentagens de argila contidas nas amostras de sedimentos, e essas são plotadas no diagrama de Pejrup (1988).

Corrêa (2005) aplicou o diagrama de Pejrup para interpretação da hidrodinâmica do Estuário da Baía de Marajó-PA, na qual as amostras caíram nos grupos II, III e IV, onde corresponde a hidrodinâmica que varia de moderada, alta e muito alta respectivamente.

Os estuários necessitam de um estudo e monitoramento dos parâmetros, morfológicos, batimétricos e geoquímicos visando realizar um levantamento detalhado de sua natureza e dinâmica, visto que estes têm uma importância ambiental e socioeconómica.

No estuário dos bons sinais há pouca informação no que diz respeito as condições hidrodinâmicas que actuam durante o processo de deposição dos sedimentos, deste modo propôs-se esta pesquisa, que pretende demonstrar a praticabilidade na utilização do diagrama de Pejrup (1988) na interpretação da hidrodinâmica em estuário bem como na distribuição dos sedimentos, que esse conhecimento irá contribuir na compreensão das condições hidrodinâmicas que ocorrem durante o processo de deposição dos sedimentos no estuário dos bons sinais.

1.1.Objectivo Geral

- Interpretar a hidrodinâmica do Estuário dos Bons Sinais com base no diagrama de Pejrup (1988).

1.2.Objectivos específicos

- Determinar a textura dos sedimentos;
- Calcular os parâmetros estatísticos (média e desvio padrão);
- Descrever as condições hidrodinâmicas através do diagrama de Pejrup

2. Revisão de literatura

2.1. Estuários

Pritchard (1967), define estuário como um corpo de água costeiro semifechado, com uma livre ligação com o oceano aberto, no interior do qual a água do mar é completamente diluída pela água doce, vindo da drenagem continental”.

A evolução destes ambientes sedimentares costeiros depende da interacção entre parâmetros hidrodinâmicos, sedimentares e morfológicos, e onde a actividade biológica é uma condicionante fundamental. Constituindo maiores receptores de sedimentos, onde os processos evolutivos são extremamente dinâmicos, são importantes zonas de investigação da morfodinâmica actual e fácies deposicionais da história geológica recente. Além disso, os estuários apresentam uma série de potencialidades, mas, ao mesmo tempo, limitações que, quase sempre, são deixadas à margem de qualquer acção em nome do desenvolvimento económico (Boulhosa, 2007).

O Estuário dos Bons Sinais é pouco profundo e fechado o que faz com que a hidrodinâmica e ou as variações das propriedades da água (turbidez) sejam praticamente devido as marés e o fluxo dos rios, o que são principais forçantes da circulação em estuários pouco profundos e misturados (MATSINHE, 2010).

Muitos dos estuários do mundo são influenciados, em maior ou menor grau, pelas correntes de marés. A energia destas correntes de marés serve como mecanismo de mistura entre as águas doces provenientes dos rios e as águas salgadas do ambiente marinho, bem como a resuspensão, transporte, deposição dos sedimentos e a formação de bancos de areia (Corrêa 2005).

2.2. Circulação hidrodinâmica

De acordo com Miranda (2002) os processos físicos que ocorrem na bacia de drenagem e no oceano adjacente são responsáveis pela circulação e processos de mistura dentro de ambientes estuarinos. As actividades exercidas pelas forçantes variam de estuário para o outro, os principais processos, forçantes locais e remotas são os ventos, descarga fluvial, marés e topografia, que destacam-se em maior ou menor intensidade. Para (Kjerfve e Wolaver, 1988), um destes forçantes de circulação predomina num certo estuário, entretanto dois ou mais podem ser observados simultaneamente num mesmo estuarino.

2.2.1. Ventos

Os ventos são forçantes meteorológicos sazonais que promovem a aeração e a circulação de massas das águas estuarinas e costeiras, além de gerarem ondas e correntes nos estuários que intensificam a mistura vertical. As lagoas Mundaú e Manguaba possuem limitada troca de água com o oceano e sua dinâmica se torna fundamentalmente determinada pelos ventos, com uma grande capacidade de acumulação de sedimentos, de eutrofização e de poluição, tornando um ambiente sensível a impactos antrópicos (Miranda, 2002).

2.2.2. Descarga fluvial

A descarga fluvial e os gradientes longitudinais de salinidade são essenciais para a dinâmica do ambiente costeiro, dos processos de transporte e de mistura. Pela descarga de água doce são transportados sedimentos em suspensão e nutrientes orgânicos e inorgânicos, desempenhando uma grande importância para o desenvolvimento urbano, social e económico dos estuários (Miranda, 2002).

2.2.3. Marés

As oscilações periódicas e a amplitude de maré são determinantes para a caracterização dos estuários, são intimamente relacionados com o gradiente de salinidade e a circulação de massas. Estuário com aspectos de maré semidiurna, ocorrem duas preamares e duas baixa-mares em um dia lunar, em marés diurnas apenas uma preamar e uma baixa-mar aproximadamente iguais a cada dia lunar e em estuários de maré mista são encontrados duas preamares e duas baixa-mares com grande diferença de altura entre as mesmas (Dyer, 1997).

2.2.4. Topografia

A topografia está intimamente relacionada com a dinâmica do ambiente estuarino, o que torna essencial na distribuição de salinidade e na hidrodinâmica no seu interior devido a sua morfologia e declividade. A topografia, em maior ou menor proporção, tende a condicionar as forçantes (Miranda, 2002).

Segundo Dias (2002) as curvas dos estuários são capazes de produzir correntes laterais e alteração de salinidade. A estreita boca de um estuário pode provocar o aumento na velocidade do fluxo fluvial e por consequência a diminuição da acção das marés através da fricção. Um estuário aberto facilita a actuação das marés e gera uma predominância de água salgada.

2.3. Dinâmica sedimentar

Quando o escoamento da água (ou ar) sobre um fundo formado por sedimentos não coesivos é forte o suficiente para mover as partículas, o fundo é moldado em uma forma topográfica com variação vertical de milímetros a vários metros. A geometria tridimensional da topografia de fundo é governada pela interação do fluido com o sedimento (Cheel, 2005).

Para Tucci (2007), é possível caracterizar e diferenciar os processos no qual caracterizam o deslocamento de partículas sólidas. Esses processos são definidos como: erosão, transporte e a deposição.

2.3.1. Erosão

Processo em que as partículas sólidas deslocam-se das paredes dos leitos dos córregos e rios, ou do seu ponto originário sob efeito do escoamento. Esse deslocamento ocorre quando as forças hidrodinâmicas do escoamento sobre as partículas sólidas ultrapassam a resistência dessas partículas junto ao meio no qual estão, que tem sua origem principalmente no peso das partículas e na força de coesão (Tucci, 2007).

2.3.2. Transporte

Após a erosão as partículas sólidas podem ser transportadas de diferentes formas. Para aquelas partículas no qual possuem um tamanho e peso maior, sua principal forma de deslocamento é junto ao fundo por rolamento, deslizamento ou por saltação, e constituem a chamada descarga sólida de fundo ou arraste. As partículas mais leves deslocam-se no meio do escoamento e constituem a descarga sólida em suspensão. As partículas em suspensão, de granulometria menor do que os de arraste provem geralmente da bacia vertente, podendo ser também do fundo e das paredes da calha, enquanto o arraste é exclusivamente constituído de material encontrado no fundo (Tucci, 2007).

2.3.3. Deposição

Entende-se por deposição a parada total da partícula em suspensão recém-decantada sobre o fundo, ou daquela transportada por arraste. Embora por algumas vezes confundida com a sedimentação, esta se difere, pois uma partícula recém-decantada pode continuar movimentando-se após entrar em contacto com o fundo, de acordo com as forças hidrodinâmicas existente rentem ao fundo (Tucci, 2007)..

2.4. Análise granulométrica

De acordo com Suguio (1973) granulometria significa a medida do tamanho dos grãos, sendo frequente uma das propriedades físicas fundamentais dos sedimentos. A análise granulométrica consiste na determinação do tamanho de partículas, bem como a frequência em que ocorrem em determinada classe ou tamanho, (Lima e Luz, 2001), sendo possível deduzir informações sobre a proveniência, transporte e ambientes deposicionais (Dias, 2004).

A caracterização quantitativa dos parâmetros físicos, principalmente do tamanho das partículas, é essencial na elaboração de um trabalho preciso, na qual várias etapas devem ser seguidas, desde a determinação de escalas até a escolha dos métodos de caracterização (Folk, 1968). Essas dimensões podem ser obtidas através de um método descrito, representada por gráficos e diagramas, e avaliadas através parâmetros estatísticos (Suguio, 1973).

A caracterização granulométrica é feita pela determinação das percentagens em massa dos grãos, em cada classe granulométrica (fracções). Vários métodos têm sido utilizados para relacionar as classes granulométricas com o ambiente deposicional. Udden (1898) foi um dos primeiros a desenvolver uma escala granulométrica para sedimentos. Em meados da década de 50, Shepard (1954) e Shepard Moore (1954) utilizaram um diagrama triangular para mostrar misturas entre as fracções. Posteriormente, Folk Ward (1957) e Mason Folk (1958) utilizaram-se de parâmetros estatísticos para estudar a dinâmica sedimentar. Não existe uma escala universalmente aceita para a interpretação das análises granulométricas, sendo que cada escola, seja Americana, Europeia ou Asiática, adota sua escala-padrão. Os limites estabelecidos para as várias classes granulométricas são mais ou menos arbitrários, mas, segundo Wentworth (1933) as principais classes granulométricas estariam intimamente correlacionadas aos modos fundamentais de transporte por água corrente ou com os diferentes modos de desintegração da rocha-matriz. Segundo Suguio (1994) a escala de Wentworth (1922) tem sido adotada sem muitas ressalvas pelos sedimentólogos brasileiros. As escalas classificam as fracções sedimentares segundo o tamanho da partícula ou intervalo granulométrico (Tabela1).

Tabela 1. Classificação dos sedimentos baseada nos trabalhos de Wentworth (1922) segundo a análise granulométrica.

Tamanho da partícula (mm)	Descrição
> 256	matacão
256 – 64	calhau
64 – 4,0	seixo
4,0 – 2,0	grânulo
2,0 – 1,0	areia muito grossa
1,0 – 0,50	areia grossa
0,50 – 0,25	areia média
0,25 – 0,125	areia fina
0,125 - 0,062	areia muito fina
0,062 – 0,031	silte grosso
0,031 – 0,016	silte médio
0,016 – 0,008	silte fino
0,008 – 0,004	silte muito fino
< 0,004	argila

Fonte: Adaptado de Wentworth (1922)

2.5. Diagramas triangulares

Shepard (1954) propôs um diagrama triangular (figura 1a), o mais usado para classificar os sedimentos de diferentes fácies deposicionais, usou as percentagens de areia, silte e argila contidas nas amostras de sedimentos, classificando assim os sedimentos dependendo das áreas ocupadas pelas amostras no diagrama, na qual esse diagrama não se baseia na hidrodinâmica do ambiente deposicional. Pejrup (1988) discute a classificação proposta por Shepard (1954) e considera que a mesma pode ser inoportuna para classificar sedimentos estuarinos devido à grande quantidade de argila presente nas amostras destes ambientes. Com base nestes dados Pejrup (1988) propõe um novo diagrama triangular para a classificação de sedimentos estuarinos, segundo as condições hidrodinâmicas actuantes durante o processo de deposição dos sedimentos.

Pejrup (1988) utiliza o teor de argila presente nos sedimentos para delimitar as áreas de seu diagrama. Os sedimentos estuarinos com teores de argila maior que 80%, são pouco frequentes e caracterizam ambientes de baixa energia, este valor é utilizado para dividir um dos campos de seu diagrama. Por razão simétrica a linha que corresponde a 20% de argila, é utilizada para representar ambientes de energia mais elevada e, finalmente a linha de 50% de argila, é utilizada para dividir a seção média do diagrama em duas partes iguais. Desta maneira o diagrama proposto fica dividido em quatro seções. A seção I caracteriza ambientes com condições hidrodinâmicas muito baixas, enquanto as seções II, III e IV, caracterizam ambientes com aumento gradativo da energia. A divisão do diagrama nas seções A, B, C e D é efectuada a partir do conteúdo de areia presente nos sedimentos.

A linha de 10% de areia é escolhida por Pejrup (1988), pelo motivo que tal conteúdo de areia em sedimentos lamosos é insignificante em termos de dinâmica ao passo que a linha de 90% de areia foi escolhida devido à perda do carácter coesivo por sedimentos com tal características. Finalmente a linha de 50% de areia foi escolhida para dividir o grupo central em duas partes iguais. Desta maneira Pejrup (1988) divide o diagrama em 16 grupos (figura 1b), nomeados por letras que indicam a textura e por números que indicam as condições hidrodinâmicas actuantes durante a deposição (Corrêa, 2005).

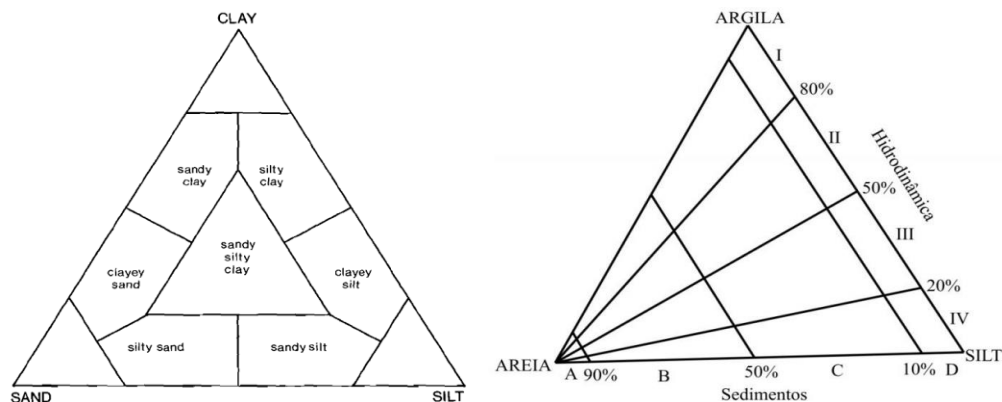


Figura 1: a) Diagrama de Shepard

b) Diagrama de pejrup.

Fonte: (Shepard 1954)

Fonte: Pejrup (1988).

2.6. Parâmetros estatísticos

2.6.1. Diâmetro Médio (M_z)

O diâmetro médio é o mais importante dentro das medidas de tendência central, refletindo a média geral de tamanho dos sedimentos, que é afetada pela fonte do material, pelo processo de deposição e pela velocidade das correntes (SUGUIO, 1973).

2.6.2. Desvio Padrão (σ)

O desvio padrão mede o grau de selecção de um sedimento, e indica a flutuação do nível energético do ambiente deposicional. O mesmo está relacionado com a capacidade de diferentes agentes geológicos em seleccionar, com maior ou menor competência, um determinado grão, reflectindo o índice da variação das condições actuais do fluido transportador (Ponçano, 1986).

3. Metodologia

3.1. Descrição da área de estudo

O estuário dos Bons Sinais localiza-se na zona centro do país, na Província da Zambézia, no Distrito de Quelimane. A sua profundidade é de cerca de 12m (Matsinhe, 2010). O clima da região de Quelimane é marcado por uma estação fria e seca (Abril a Outubro) e uma estação quente e húmida (Novembro a Março). A zona é fortemente influenciada pelo sistema de monções da África Oriental, as marés que ocorrem são semi-diúrnas, a oeste localiza-se a cidade de Quelimane e a este o distrito de Inhassunge. As temperaturas diurnas são em geral superiores a 30°C na estação quente mas as vezes podem baixar até 20°C na estação fria (INAHINA, 2000).

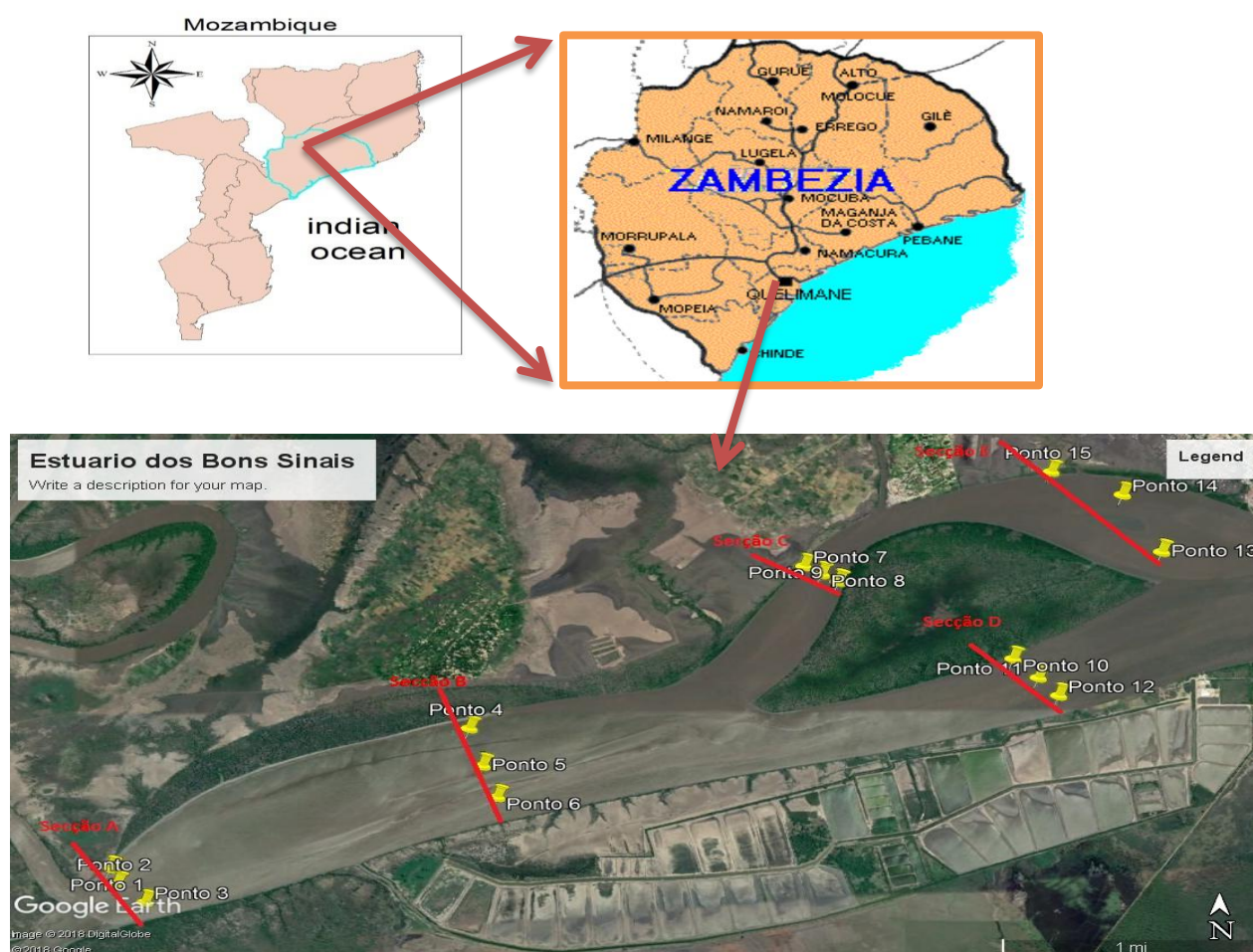


Figura 2. Mapa de localização da área de estudo ao longo do canal de chuabo Dembe.

Fonte: www.google.earth.com

3.2. Trabalho do campo

3.2.1. Colecta de sedimentos do fundo

As amostras foram colhidas em 15 estações, em 5 secções (Figura 2) diferentes com um amostrador de fundo (Figura 3) transversalmente e longitudinalmente ao longo do Estuário. A saída de campo foi realizada em um dia a bordo do barco da Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras, e usou-se o GPS para a marcação das coordenadas dos pontos de amostragens tabela 2.



Figura 3: Amostrador de fundo.

Tabela 2. Coordenadas das estações em que foram retiradas as amostras

Pontos de Amostragem	Latitude (S)	Longitude (E)
Ponto 1	17°54'24.48"S	36°48'41.63"E
Ponto 2	17°54'28.55"S	36°48'43.05"E
Ponto 3	17°54'33.65"S	36°48'48.90"E
Ponto 4	17°53'46.63"S	36°49'57.20"E
Ponto 5	17°53'56.74"S	36°49'59.92"E
Ponto 6	17°54'5.22"S	36°50'3.02"E
Ponto 7	17°53'2.76"S	36°51'7.61"E
Ponto 8	17°53'4.93"S	36°51'11.32"E
Ponto 9	17°53'6.97"S	36°51'14.84"E
Ponto 10	17°53'27.84"S	36°51'51.62"E

Ponto 11	17°53'32.97"S	36°51'56.92"E
Ponto 12	17°53'37.82"S	36°52'1.20"E
Ponto 13	17°52'58.92"S	36°52'22.90"E
Ponto 14	17°52'43.45"S	36°52'14.64"E
Ponto 15	17°52'37.22"S	36°51'59.65"E

3.3.Trabalho Laboratorial

3.3.1. Eliminação dos carbonatos

Para a eliminação dos carbonatos, fez-se a pesagem (P1) de 20g para cada amostra bruta numa balança semi-analitica, juntou-se água destilada com 140ml de ácido clorídrico fazendo 1l para a neutralização das amostras durante 1 dia (24h), depois foi feita a lavagem das amostras três vezes com água destilada, em seguida fez se a secagem das amostras durante 24h a 60 °C, depois de secas foram submetidas ao processo da segunda pesagem (P2).



Figura 4: Ácido clorídrico.

3.3.2. Eliminação da Matéria Orgânica

Depois de se efectuar a segunda pesagem na eliminação dos carbonatos, misturou-se água destilada com o peróxido para a neutralização das amostras durante 1 dia (24h), em seguida fez-se a lavagem das amostras três vezes com água destilada, em seguida as amostras foram submetidas ao processo de secagem na estufa durante 1 dia (24h), depois de secas foram pesadas as amostras.



Figura 5: Neutralização da matéria orgânica

3.3.3. Peneiramento

Para se realizar o peneiramento das amostras, usou-se as peneiras com diferentes aberturas das malhas, e que foram organizadas as peneiras em ordem decrescente (de cima para baixo): 1.000mm, 0.710mm, 0.500mm, 0.355mm, 0.250mm 0.180mm, 0.125mm, 0.075mm, 0.063 e 0.045, em seguida fez se a pesagem das amostras retidas em cada peneira.



Figura 6: Agitador de peneiras.

3.3.4. Pipetagem

Usou-se as provetas de 1l para a pipetagem de amostras de silte e argila, na qual adicionou se agua destilada e 25ml de dispersante e completou um volume de 1l, em seguida mediu se a temperatura de água nas provetas para obtermos a profundidade de medição das fracções de silte e argila, foram agitadas as provetas manualmente para a suspensão dos sedimentos e colheu se a primeira fracção imediatamente, e seguiu se o tempo recomendado para outras medições (Imediatamente, 3min:45s, 15min, 1h, 16h), de acordo com as seguintes fracções (0.050, 0.032, 0.016, 0.008 e 0.002).

Apos as medições, as amostras foram submetidas numa estufa a uma temperatura de 60⁰ C durante 24h (1 dia), em seguidas foram pesadas e subtraídas com o valor do peso da tara, assim obtendo só o peso dos sedimentos



Figura 7: Provetas com sedimentos.

3.4. Processamento dos dados

Depois da determinação da textura, os resultados foram organizados no programa computacional Microsoft Excel 2010, onde foram convertidas em percentagens e fez-se os plots dos gráficos da distribuição granulométrica.

3.4.1. Parâmetros estatísticos

Depois das análises granulométricas, calculou-se o diâmetro-médio e desvio padrão usando as seguintes equações:

Média (Md):

$$M = \frac{\varphi_{84} + \varphi_{50} + \varphi_{16}}{3}$$

Desvio Padrão (δ):

$$\sigma = \frac{\varphi_{84} - \varphi_{16}}{4} + \frac{\varphi_{95} - \varphi_5}{6,6}$$

Onde:

$\sigma < 0,35$ Sedimentos muito bem seleccionados

$0,35 < \sigma < 0,50$ Sedimentos bem seleccionados

$0,50 < \sigma < 1,00$ Sedimentos moderadamente seleccionados

$1,00 < \sigma < 2,00$ Sedimentos mal seleccionados

$2,00 < \sigma < 4,00$ Sedimentos muito mal seleccionados

$\sigma > 4,00$ Sedimentos extremamente mal seleccionados

O φ_{84} , φ_{50} , φ_{16} , φ_{95} , φ_5 , φ_{75} , φ_{25} são os percentis 84; 50; 16; 95; 5; 75 e 25 respectivamente que foram usados para o cálculo dos parâmetros estatísticos granulométricos propostos por Folk e Ward (1975). Os percentis foram calculados pela seguinte equação:

$$\varphi_n = \frac{n \times p}{100\%}$$

Onde:

φ_n é o percentil que pretende-se calcular; n é o número do percentil que pretende-se calcular; p é o peso total da amostra em gramas.

Todos dados em milímetros foram convertidos para unidade de medidas (ϕ) usando a seguinte forma proposta por Folk e Ward (1975):

$$\varphi = -\log_2 d(mm)$$

Onde:

✓ φ é o ϕ

d é o diâmetro em milímetro

3.4.2. Diagrama de pejrup

Após obtidos os resultados da análise da textura, os teores de reia e argila foram convertidos em percentagens e plotados no diagrama de pejrup, com um programa denominado **CANVAS 14.0.** para a obtenção do regime hidrodinâmico correspondente a esses sedimentos.

4. Resultados

4.1. Determinação da textura dos sedimentos

De acordo com os resultados de determinação da textura dos sedimentos do estuário dos bons sinais, foram encontradas três classes granulométricas: areia, silte e argila. Onde houve uma grande variação da distribuição dos sedimentos nos pontos de colecta, em alguns pontos verificou se abundancia dos sedimentos da classe areia, em outros pontos há predominância de sedimentos da classe silte, e de classe da argila.

De acordo com a distribuição dos sedimentos, na área de estudo predomina a classe granulométrica de areia em 9 pontos de amostragem, seguido per classe granulométrica de argila em 5 pontos de amostragem e por fim a classe de silte que predomina em um (1) e único ponto de amostragem.

Secção A

No ponto 1 da secção A predomina em maior percentagem os sedimentos da classe argila com 48%, seguido por silte com 47% e por fim a areia com 5%.

No Segundo ponto (P2) da mesma secção, a classe predominante é de areia com 44%, seguido por classe granulométrica de silte com 39% e por ultimo a classe de argila com 17%. E no terceiro e último ponto (P3), mostra uma maior percentagem de areia, com 70%, e em segundo lugar o silte com 21% e por último argila com 9%

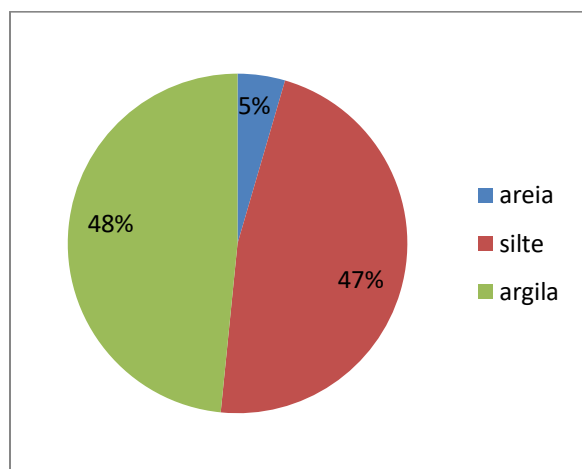


Figura 8: Distribuição dos sedimentos da Secção A do ponto 1.

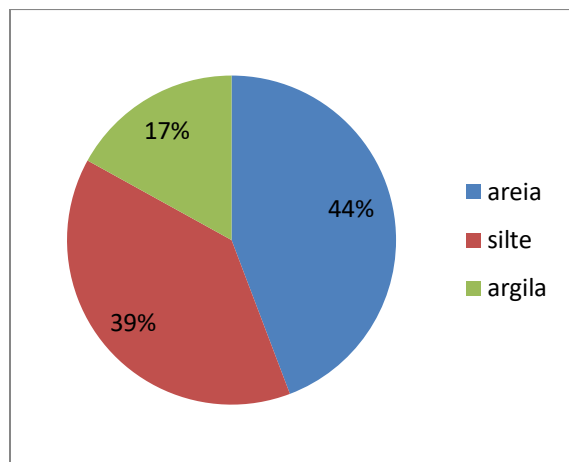


Figura 9: Distribuição dos sedimentos da Secção A do ponto 2.

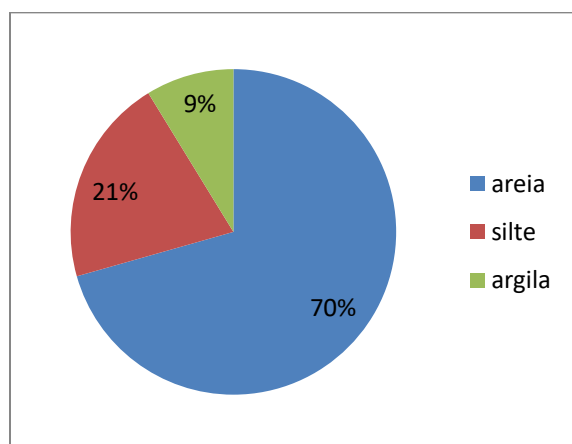


Figura 10: Distribuição dos sedimentos da Secção A do ponto 3.

Secção B

A secção B, mostra maiores percentagens da classe granulométrica de areia em todos os seus pontos de colecta de amostras.

No ponto 4 encontrou-se maior quantidade da classe de areia com 91%, seguida pela classe de argila com 7% e, finalmente, na classe de silte encontrou-se um número muito menor que é 2%. Fazendo o somatório das percentagens encontradas neste ponto, obteve-se 100%.

O mesmo acontece no ponto 5 da mesma secção onde, encontrou-se maior percentagem na classe granulométrica de areia com 87%, seguida da classe de argila com 7% e por ultimo a classe de silte com 6%.

No ponto 6 encontrou-se maior percentagem de areia com 89%, e as percentagens de silte e de argila foram de 4%, e 7% respectivamente.

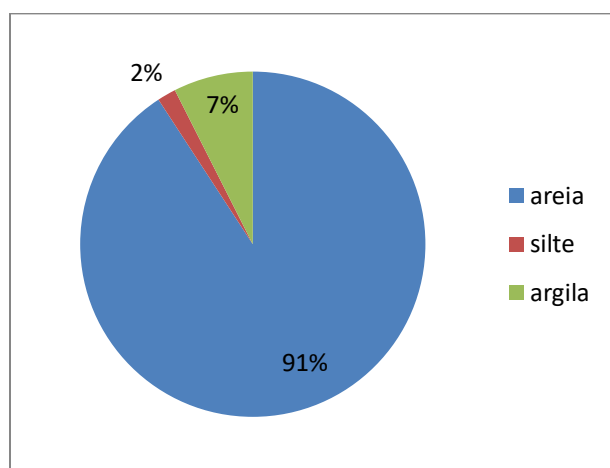


Figura 11: Distribuição dos sedimentos da secção B do ponto 4.

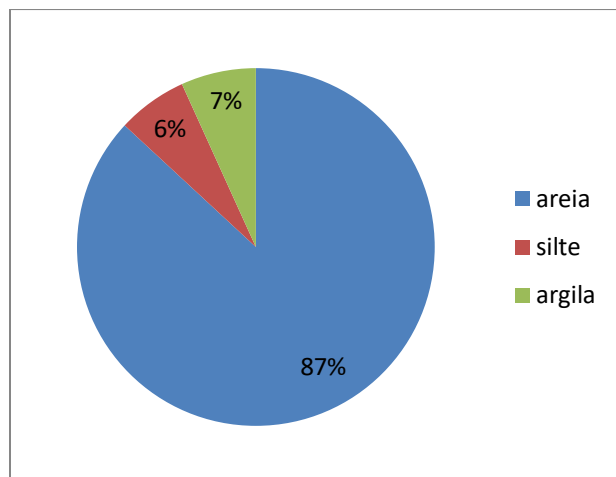


Figura 12: Distribuição dos sedimentos da secção B do ponto 5.

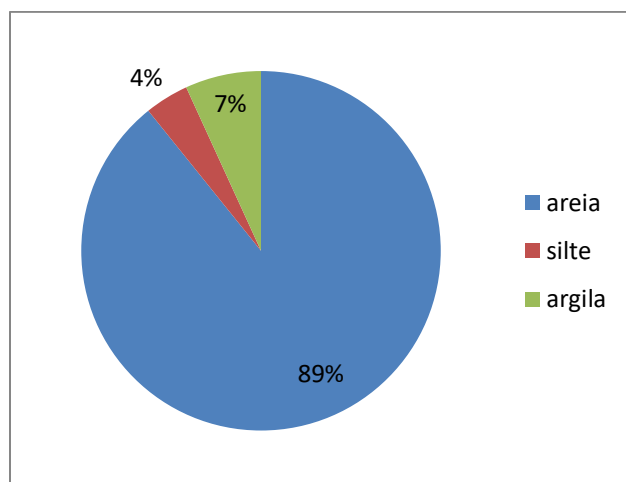


Figura 13: Distribuição dos sedimentos da secção B do ponto 6.

Secção C

Na secção C temos uma grande variação percentual dos sedimentos, onde encontrou-se abundancia da classe granulométrica de areia nas margens, com 89% para a margem esquerda (ponto 7) e para a margem direita (ponto 9) com 88%, a classe granulométrica de silte para a margem esquerda e

direita encontrou-se 6% e 7% respectivamente. E para a classe granulométrica de argila, tanto na margem esquerda assim como na margem direita encontrou-se 5% de percentagem.

E no meio, (ponto 8) entre a margem esquerda e direita encontrou-se em abundancia a classe granulométrica de argila com 71%, seguido pela classe de silte com 26% e por último a classe granulométrica de areia com 3%.

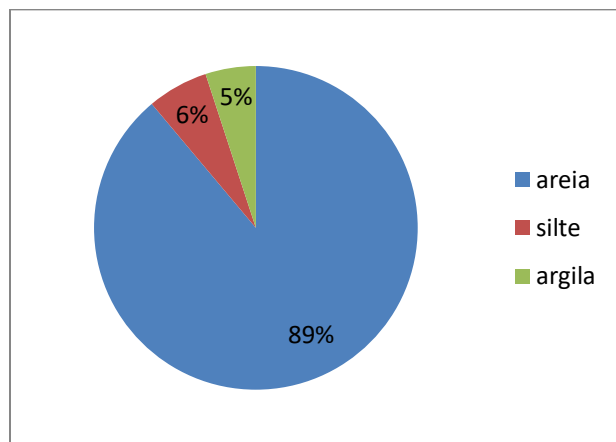


Figura 14: Distribuição dos sedimentos da secção C do ponto 7.

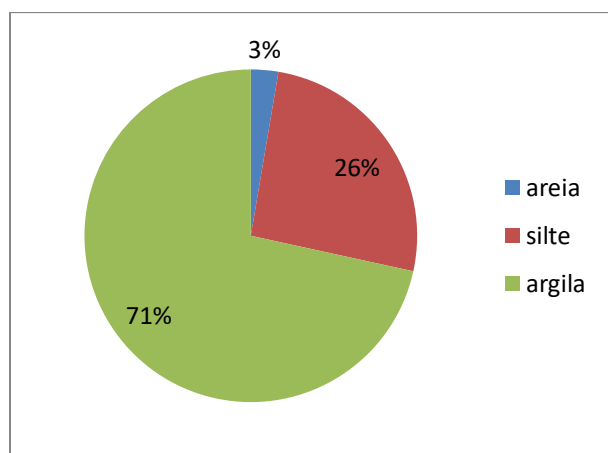


Figura 15: Distribuição dos sedimentos da secção C do ponto 8.

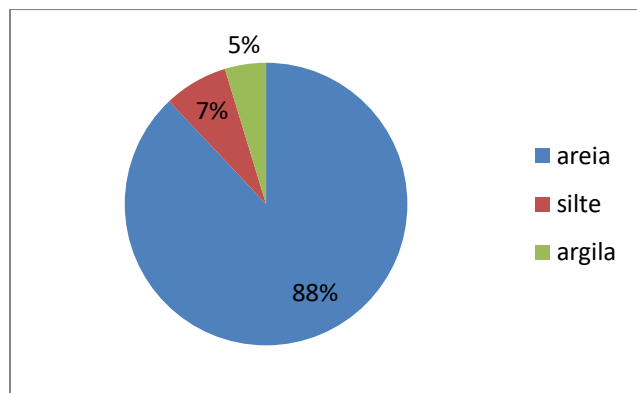


Figura 16: Distribuição dos sedimentos da secção C do ponto 9.

Secção D

Na secção D, encontrou-se maior concentração de sedimentos da classe areia na margem esquerda (ponto 10) com 69%, da margem esquerda para a margem direita notou-se uma diminuição gradual da concentração de areia, de 69% a 1%.

Na margem esquerda, (ponto 10) 21% e 10% correspondem as classes granulométricas de silte e argila respectivamente. E na margem direita (ponto 12) notou-se maior concentração da classe argila com 56% seguido pela classe de silte com 43% e por último a classe de areia com 1%.

No centro ou meio (ponto 11) das margens encontrou-se o predomínio da classe de argila com 40%, e o silte em segundo lugar com 36% e por fim a classe de areia com 24%.

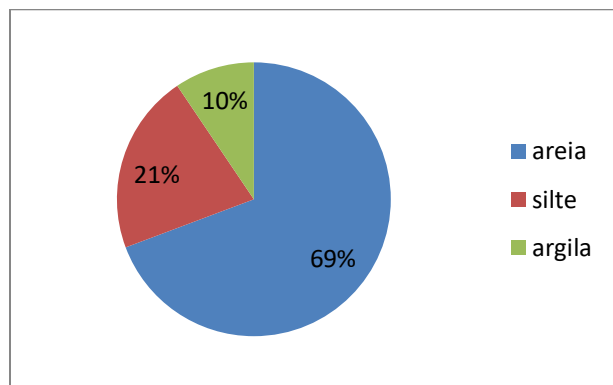


Figura 17: Distribuição dos sedimentos da secção D do ponto 10.

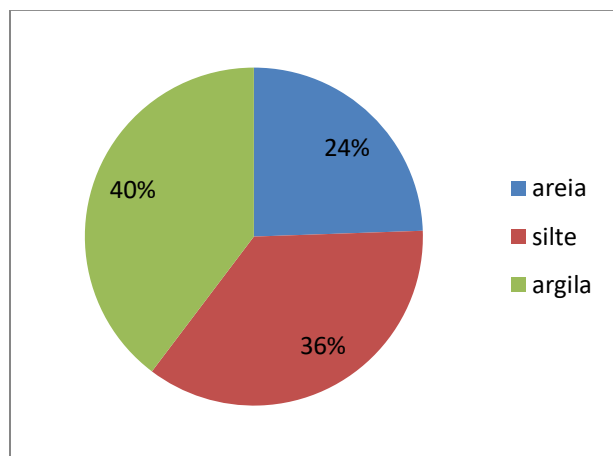


Figura 18: Distribuição dos sedimentos da secção D do ponto 11.

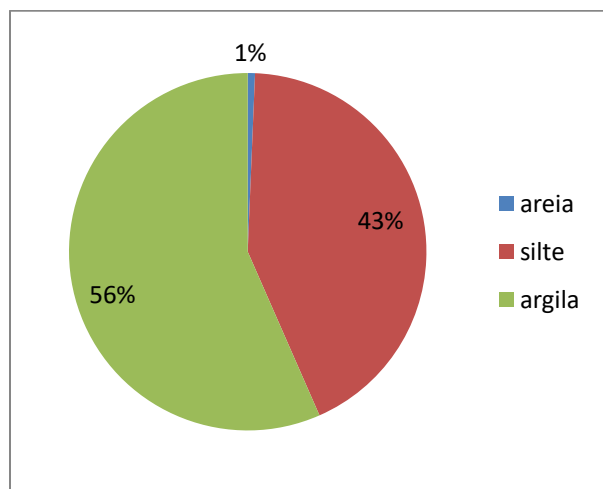


Figura 19: Distribuição dos sedimentos da secção D do ponto 12.

Secção E

Na secção E, os sedimentos abundantes na margem esquerda (ponto 13) são da classe argila com 38% seguido por silte com 37% e por fim a classe de areia com 25%, e na margem direita encontrou-

se em abundancia a classe de silte com 70%, seguido por sedimentos da classe argila com 20% e por último a classe de areia com 10%.

No meio ou no centro entre as margens (ponto 14), predomina os sedimentos da classe areia com 76%, o silte com uma percentagem de 10% e argila tem uma percentagem de 14%.

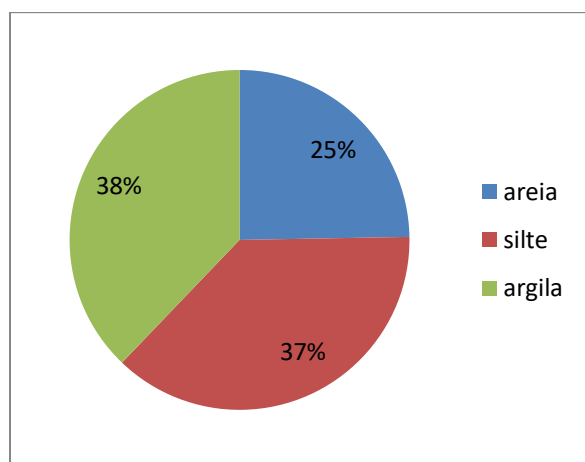


Figura 20: Distribuição dos sedimentos da secção E do ponto 13.

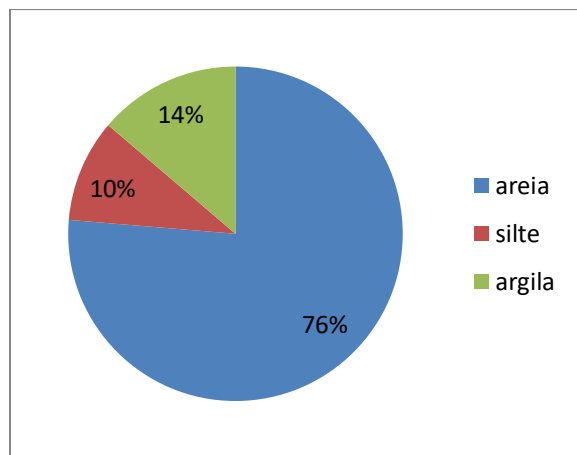


Figura 21: Distribuição dos sedimentos da secção E do ponto 14.

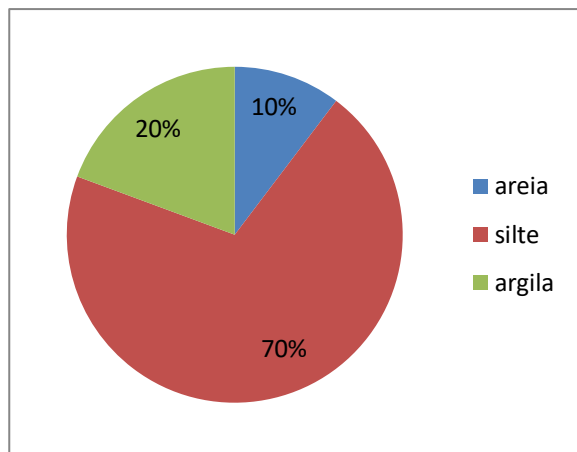


Figura 22: Distribuição dos sedimentos da secção E do ponto 15.

4.2. Cálculos dos parâmetros estatísticos (média e desvio padrão)

De acordo com a tabela 3, apresenta variações dos parâmetros estatísticos (Média e desvio padrão), estes foram calculados manualmente com as fórmulas propostas por Folk e Ward (1957). A distribuição dos valores do diâmetro médio das amostras no estuário dos bons sinais indica predomínio dos sedimentos finos, na qual o diâmetro médio do estuário variou de 2.47 a 8.96 ϕ nos pontos de amostragens da área do estudo.

O diâmetro médio dos sedimentos do estuário dos bons sinais na classe granulométrica de areia variou de 2.47 a 3.73 ϕ , sendo este intervalo classificado como sedimentos finos a muito finos respectivamente.

Para a classe de silte o diâmetro médio varia de 4.47 a 6.96 ϕ . Sendo que o silte grosso variou de 4.47 a 4.96 ϕ , e para o silte médio é 5.96 ϕ e para o silte fino o diâmetro médio é de 6.96 ϕ . E o diâmetro médio para a classe de argila é 8.96 ϕ .

A maioria das amostras do estuário dos bons sinais, como pode ser observada na Tabela 3, são classificadas como sendo muito mal seleccionados. O grau de selecção (desvio padrão) dos sedimentos da área do estudo variou de muito mal a extremamente mal seleccionados com os valores entre 2.47 a 8.96 ϕ .

O grau de selecção dos sedimentos com a selecção muito mal coincide com os sedimentos da classe granulométrica de areia fina a muito fina, e a selecção de extremamente mal coincide com os sedimentos da classe silte e argila com o valor de phi maior que 4.

Tabela 3: Ilustra o comportamento do diâmetro medio e desvio padrão

Pontos de amostragem	Média (Phi ϕ)	D. padrao (Phi ϕ)	Classificação dos sedimentos
P1	6.96	5.96	Silte fino, Extremamente mal seleccionados
P2	4.47	3.73	Silte grosso, Muito mal seleccionados
P3	3.73	3.73	Areia muito fina, Muito mal seleccionados
P4	3.73	3	Areia muito fina, Muito mal seleccionados
P5	3.73	3.73	Areia muito fina, Muito mal seleccionados
P6	2.47	2.47	Areia fina, Muito mal seleccionados
P7	3.73	3	Areia muito fina, Muito mal seleccionados
P8	8.96	8.96	Argila, Extremamente mal seleccionados
P9	3.73	3.73	Areia muito fina, Muito mal seleccionados
P10	3.73	3.73	Areia muito fina, Muito mal seleccionados
P11	5.96	4.47	Silte medio, Extremamente mal seleccionados
P12	8.96	8.96	Argila, Extremamente mal seleccionados
P13	5.96	4.47	Silte medio, Extremamente mal seleccionados
P14	3.73	3.73	Areia muito fina, Muito mal seleccionados
P15	4.96	4.96	Silte grosso, Extremamente mal seleccionados

4.3. Condições hidrodinâmicas através de diagrama de Pejrup

Os resultados obtidos a partir das análises granulométricas dos sedimentos do estuário dos bons sinais foram plotados no diagrama de Pejrup (1988), figura 30 onde representou se as áreas da hidrodinâmica.

Pode se observar que as amostras da secção A, são localizadas nos grupos (III-D), (IV-C), (IV-B) onde corresponde a sedimentos com conteúdo de areia entre 0 a 10%, 10 a 50% e 50 a 90%, e com conteúdo de argila entre 0 a 20% e 20 a 50% respectivamente.

As amostras de secção B, se pertencem aos grupos (IV-B) e (IV-A), na qual apresentam os sedimentos 50 a 90%, 90 a 100% de areia, e 0 a 20% e 20 a 50% de argila respectivamente.

As amostras da secção C, se encontram nos grupos (II-D) e (IV-B) onde corresponde a sedimentos de areia entre 0 a 10% e 50 a 90%, e o conteúdo de argila entre 0 a 20% e 50 a 80% respectivamente.

As amostras da secção D, estão localizadas nos grupos (II-D), (III-C) e (IV-B) onde corresponde a sedimentos de areia entre 0 a 10%, 10 a 50% e 50 a 90% e os sedimentos de argila entre 0 a 20%, 20 a 50% e 50 a 80% respectivamente. E finalmente as amostras da secção E, se encontram no grupo (III-C) e (IV-B) na qual corresponde a sedimentos de areia entre 10 a 50% e 50 a 90%, e os sedimentos de argila entre 0 a 20% respectivamente e amostras que se localizam entre os grupos III e IV onde corresponde a 10% de areia 20% de argila.

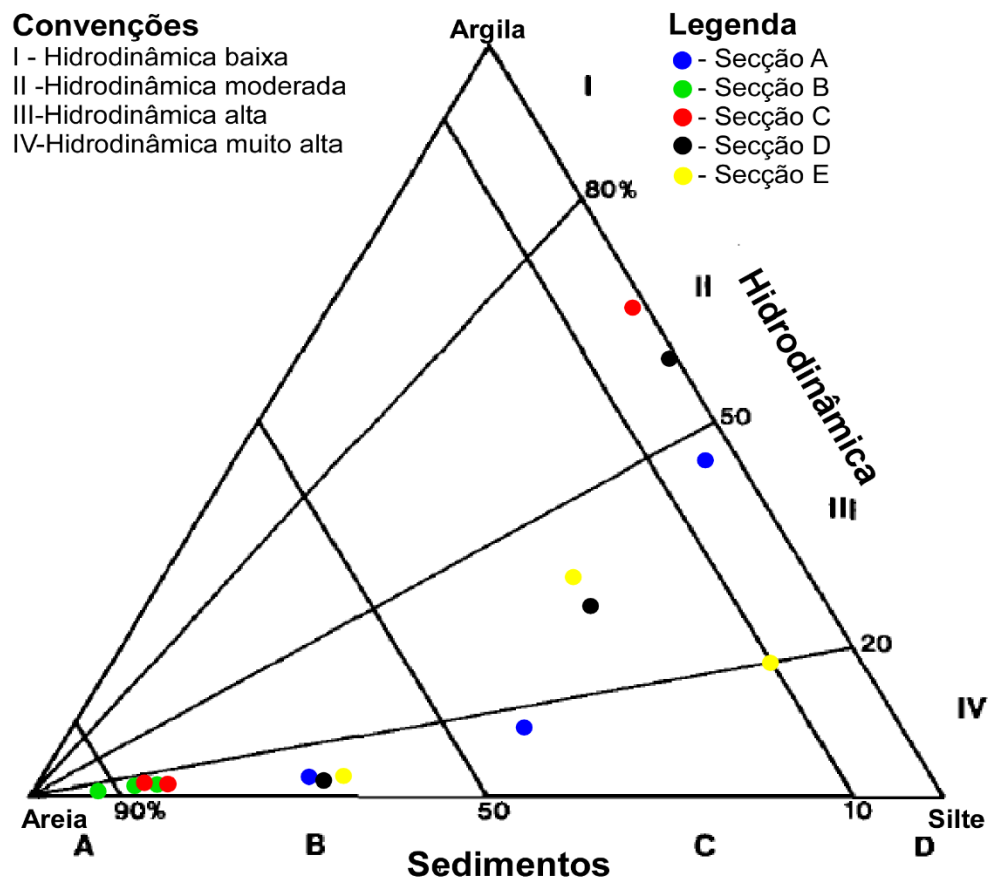


Figura 23: Ilustra a hidrodinâmica inferida por diagrama de pejrup (1988).

5. Discussão.

5.1. Determinação da textura dos sedimentos

De acordo com os resultados da determinação da textura, as figuras mostram uma variação percentual na distribuição dos sedimentos no estuário dos bons sinais.

A areia é a fração granulométrica dominante no estuário. Encontra-se distribuída em vários pontos. As maiores concentrações de areia, teores maiores que 80%, são observados na secção B em todos pontos, e é a área de formação dos bancos de areia, e na secção C, nos pontos 1 e 3 que se localizam nas margens onde a profundidade é baixa e com influência das correntes onde favorece a deposição dos sedimentos da classe areia.

Segundo Oliveira, (2015) por ser um estuário com baixa profundidade e fechado é possível entender porque ocorre a predominância da classe areia na área de estudo. Entretanto, sedimentos com classe granulométrica muito fina (silte e argila) também são encontrados, mas nas áreas de maior profundidade, pois estas áreas sofrem menor influência das correntes e possibilitam a deposição dos sedimentos finos por decantação, diferentes das áreas mais rasas próximas as margens.

Os sedimentos da classe argila encontra-se predomina em quatro (4) pontos de amostragem. As argilas caracterizam o fundo do estuário em algumas partes ou pontos, o que deve ser resultado do encontro da água doce com a água salgada do mar (Corrêa, 2005).

Resultados da distribuição dos sedimentos do presente estudo são semelhantes com os encontrados por Oliveira (2015) no ambiente estuarino, onde predomina os sedimentos da classe granulométrica de areia, os sedimentos da classe silte e argila foram encontrados em menor abundância nos pontos de amostragem.

5.2. Cálculos dos parâmetros estatísticos (média e desvio padrão)

A distribuição do diâmetro médio revelou que os sedimentos predominantes no estuário dos bons sinais são sedimentos de reia fina a muito fina, e são classificados como muito mal seleccionados (Tabela 3). Os que são classificados como mal seleccionados são sedimentos da classe areia fina a muito fina e os que são considerados extremamente mal seleccionados são da classe silte e argila.

A distribuição desigual do diâmetro medio se deve as diferentes condições hidrodinâmicas que actuam no ambiente e a própria energia do meio possibilitando a deposição de diferentes classes e tamanho de sedimentos. Segundo Folk e Ward (1957) a seleção dos sedimentos torna-se muito mal seleccionado e extremamente mal seleccionado em sedimentos mais finos devido a característica bimodal de classes granulométricas que apresentam uma mistura de areia muito fina e silte.

Segundo Corrêa (2005) a distribuição do diâmetro médio observada está de acordo com o esperado para uma área de estuário e em região com influências de atividades de maré, confirmando a diferenciação granulométrica com o efeito do comportamento hidrodinâmico particular de cada fração, os sedimentos finos ocupam área de maior profundidade e com uma energia mais baixa, enquanto sedimentos grossos ocupam locais de baixa profundidade e com uma energia mais elevada, não permitindo assim a deposição de sedimentos mais finos.

De acordo com Corrêa (2005), a maioria dos sedimentos com uma seleção de muito mal a extremamente mal pode estar associado a mais de um processo deposicional em ambiente estuarino, sendo que estes ambientes são influenciados por processos marinhos e continentais.

Resultados encontrados dos parâmetros estatísticos no presente estudo são semelhantes com os encontrados por Corrêa (2005) no ambiente estuarino, onde a seleção dos sedimentos na área do estudo foi classificada como muito mal e extremamente mal seleccionado, e na sua maioria foram classificadas como extremamente mal classificadas.

5.3. Condições hidrodinâmicas através de diagrama de Pejrup

De acordo com os resultados granulométricas plotados no diagrama de Pejrup (1988) na figura 23, revelam que o estuário de bons sinais apresenta uma hidrodinâmica que varia de moderada a muito alta.

Os resultados da interpretação da hidrodinâmica na deposição dos sedimentos no estuário dos bons sinais do presente trabalho são semelhantes com os de estudos feitos por Oliveira (2015), e Corrêa (2005), onde a maior parte das amostras se encontraram nos grupos IV, seguido pelo grupo III e por fim o grupo II, que os mesmos grupos são representados pela hidrodinâmica muito alta, alta e moderada respectivamente.

Os resultados dos estudos feitos por Oliveira (2015), e Corrêa (2005) são semelhantes com os de presente estudo, pois todos estudos foram feito nos ambientes estuarinos onde estes ambientes estão associados ao regime de maré e a descarga fluvial, e a colhidas de dados foi feita superficialmente.

Segundo Matsinhe (2010) o estuário dos bons sinais é pouco profundo e fechado o que faz com que a hidrodinâmica e as variações das propriedades da água sejam praticamente devido as marés e o fluxo dos rios, o que são principais forçantes da circulação em estuários pouco profundos e misturados.

6. Conclusão

De acordo com os resultados obtidos do presente estudo, concluiu-se que:

A distribuição dos sedimentos no estuário dos bons sinais é caracterizado por classes de areia, silte e argila. Sendo a classe de areia a que mais predomina no estuário, seguido por classe de argila e por fim o silte.

Nos parâmetros estatísticos, o diâmetro médio revelou o predomínio de areia fina e muito fina, no estuário dos bons sinais. Quanto a seleção, os sedimentos do estuário foram classificados como mal e extremamente mal selecionados.

Com base do diagrama de Pejrup (1988) foi possível interpretar a hidrodinâmica estuarina. Onde as amostras se encontraram nos grupos II, III e IV representando a hidrodinâmica moderada, hidrodinâmica alta e a hidrodinâmica muito alta.

7. Recomendações

Recomenda-se nos estudos futuros que:

- Se faça um estudo geoquímico para avaliação de concentração dos metais nos sedimentos.
- Se faça um estudo de faces sedimentares usando o diagrama de Shepard.
- Se faça um estudo em outros pontos do Estuário não abrangidos por este estudo.

8. Referencias Bibliográficas

- Barros, L. C. (2009). *Estudos Sedimentológicos, Batimétricos e Geoquímicos na Região Interna do Porto de Suape- Pe*. Porto de Suape, Brasil: 551 CDD (22. ed).
- Boulhosa, M. B. M. (2007) *Morfologia, sedimentologia e índices de sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo na região portuária de Vila do Conde – Barcarena – PA*. Relatório do Programa de Capacitação Institucional- PCI/MPEG.
- Cheel, R. J. (2005) *Introduction to Clastic Sedimentology*. Department of Earth Sciences. Notes for a University level. Brock University. 129 p.
- Dias, J.A. (2004). *A Análise Sedimentar e o Conhecimento dos Sistemas Marinhos*. Ed. Preliminar. Algarve, 2004.
- Dyer, K. R. (1997.) *Estuaries: a Physical Introduction*. New York, John Wiley & Sons, Edição 2, 195 p.
- Folk, R. L., 1968. *Petrology of sedimentary rocks*. Hemphill Publishing Company, p. 190.
- Folk, R. L.; Ward, W. C. 1957. *Brazos river bar a study in the significance of grain size parameters*. Journal of Sed. Petrol. 27:3-27.
- Inahina. (2000). Tabela de mares. 197pp. Moçambique.
- Kjerfve, B. & Wolaver, T. G. 1988. *Sampling optimization for studies of tidal transport in estuaries*. American Fisheries Society Symposium, 3, p: 26-33.
- Lima, R.M.F.; LUZ, J.A.M. da. 2001 *Análise granulométrica por técnicas que se baseiam na sedimentação gravitacional: Lei de Stokes*. Rem: Rev. Esc. Minas, Ouro Preto, v. 54, n.
- Mason, C. C.; Folk, R. L. 1958. *Differentiation of beach, dune and aeolian flat environments by size analysis*. Mustang Island., 28:211-226. Journ. Of Sed. Petrol.
- Matsinhe, (2010). Descrição das correntes de maré a partir do modelo computacional ELCOM, no Estuário dos Bons Sinais, Tese de Licenciatura, UEM-ESCMC, Quelimane. 4,5PP
- Miranda, L. B.; Castro, B. M.; Kjerfve, B. (2002) *Princípio de Oceanografia Física de Estuários*. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo.
- Oliveira, A. O. (2015). *Caracterização Sedimentar e Aplicação do Diagrama de Pejrup para interpretação da Dinâmica em uma Enseada Estuarina na Lagoa dos Patos/Brasil*. Geographia Meridionalis., 1 (2): 363– 384

- Pejrup, M. 1988. *The triangular diagram used for classification of estuarine sediments: a new approach*. In: Boer,P.L.; van Gelder,A. & Nio,S.D.(Ed). *Tide-influenced Sedimentary Environments and Facies*. D. Reidel, Dordrecht. p.289-300.
- Ponçano, W. L. 1986. *Sobre a interpretação ambiental de parâmetros estatísticos granulométricos: exemplos de sedimentos quaternários da costa brasileira*. Rev Bras. Geoc.,16(2):157-170.
- Pritchard, D.W. (1967). *What is an Estuary: Physical View Point*.
 - Reading, H. G. *Sedimentary Environments and Facies*. 2 ed. British Library, 1986. 615p.
- Shepard, F.P., 1954. *Nomenclature based on sand-silt-clay ratios*. Journ. Sedim.Petrol., 24, (3): 151-158.
- Shepard, F. P.; Moore, D. G. 1954. *Sedimentary environments differentiated by coarse fraction studies*. Geol., 38:1792- 1802.
- Schettini, C.A.F. 2001. *Dinâmica de sedimentos finos no estuário do rio Itajaí-Açu, SC*. Tese de Doutorado, Porto Alegre, UFRGS/CECO, 85p.
- Souza, S.R.; DE Oliveira, A.O.; Hartmann, C. 2008. *Utilização do testemunhador Russian Peat Borer no Saco do Martis e Arraial, Estuário da Laguna dos Patos: RS, Brasil*. Revista Gravel, 6(1): 1-13.
- Suguio, K. 1973. *Introdução a Sedimentologia*. São Paulo. Edgar Blucher Ltda. 317 p.
- Suguio, K. 1994. *Rochas Sedimentares. Propriedades, gênese, importância econômica*, 4 ed., Edgard Blücher, 500 p.
- Tucci, C.E.M. (org.) (2007) *Hidrologia: ciência e aplicação*, 4 ed. Porto Alegre, RS: Editora da Universidade Federal Rio Grande do Sul, ABRH,. Vol 4.
- Udden, J. A. 1898. *Mechanical composition of wind deposits*. 1:1-69
- Wentworth, C. K. 1922. *A scale of grade and glass terms for clastic sediments*. , 30:377-392.
- Wentworth, C. K. 1933. *Fundamental limits to the sizes of clastic grains*. , 77:633-634.